

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 04157413
PUBLICATION DATE : 29-05-92

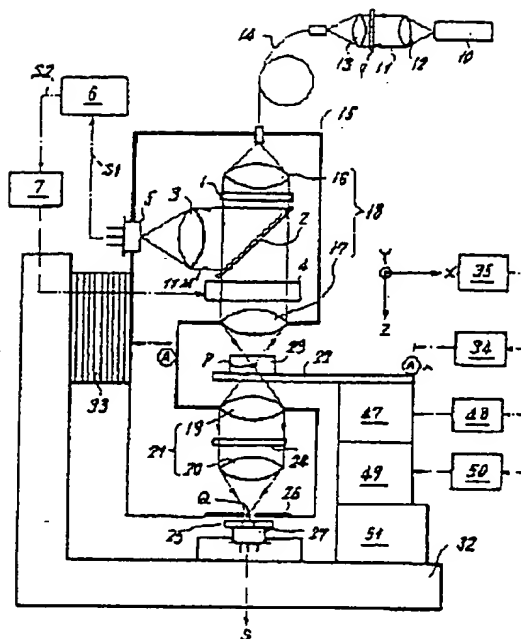
APPLICATION DATE : 20-10-90
APPLICATION NUMBER : 02282356

APPLICANT : FUJI PHOTO FILM CO LTD;

INVENTOR : KIMURA TOSHIHITO;

INT.CL. : G02B 21/00 G02B 21/06

TITLE : SCANNING TYPE MICROSCOPE



ABSTRACT : PURPOSE: To take a high quality image photograph of a specimen without nonuniformity even if optical fibers are bent by providing a drive controlling means to drive an optical modulator in the direction to cancel the deflection of the light quantity detected by means of a light quantity detector.

CONSTITUTION: A light quantity signal s1 indicating the quantity of light detected by a light detector 5 is input in a light quantity controlling circuit 6, which compares the datum signal indicating the specified quantity of light and outputs a drive controlling signal S2 for controlling the drive of an AOM (acousto-optical modulator) 4 so as to cancel these deflection. This drive controlling signal S2 is input in an AOM drive circuit 7 to control the drive of the AOM 4. That is, the drive of the AOM 4 is controlled so as to decrease the quantity of the light of zero order in the case where the detected quantity of light is larger than the specified quantity of light, and to increase the quantity of the light of zero order in the case where the detected quantity of light is smaller than the specified quantity of light. By this constitution, a specimen can be taken photograph in a high quality image without nonuniformity of density even if the quantity of light varies due to the bending of optical fibers.

COPYRIGHT: (C) JPO

Requested Patent: JP4157413A

Title: SCANNING TYPE MICROSCOPE ;

Abstracted Patent: JP4157413 ;

Publication Date: 1992-05-29 ;

Inventor(s): KIMURA TOSHIHITO ;

Applicant(s): FUJI PHOTO FILM CO LTD ;

Application Number: JP19900282356 19901020 ;

Priority Number(s): ;

IPC Classification: G02B21/00 ; G02B21/06 ;

Equivalents:

ABSTRACT:

PURPOSE: To take a high quality image photograph of a specimen without nonuniformity even if optical fibers are bent by providing a drive controlling means to drive an optical modulator in the direction to cancel the deflection of the light quantity detected by means of a light quantity detector.

CONSTITUTION: A light quantity signal s1 indicating the quantity of light detected by a light detector 5 is input in a light quantity controlling circuit 6, which compares the datum signal indicating the specified quantity of light and outputs a drive controlling signal S2 for controlling the drive of an AOM (acousto-optical modulator) 4 so as to cancel these deflection. This drive controlling signal S2 is input in an AOM drive circuit 7 to control the drive of the AOM 4. That is, the drive of the AOM 4 is controlled so as to decrease the quantity of the light of zero order in the case where the detected quantity of light is larger than the specified quantity of light, and to increase the quantity of the light of zero order in the case where the detected quantity of light is smaller than the specified quantity of light. By this constitution, a specimen can be taken photograph in a high quality image without nonuniformity of density even if the quantity of light varies due to the bending of optical fibers.

⑫ 公開特許公報(A) 平4-157413

⑤Int.Cl.³G 02 B 21/00
21/06

識別記号

庁内整理番号

7246-2K
7246-2K

⑬公開 平成4年(1992)5月29日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑭発明の名称 走査型顕微鏡

⑯特 願 平2-282356

⑰出 願 平2(1990)10月20日

⑱発 明 者 木 村 俊 仁 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フイルム株式会社内

⑲出 願 人 富士写真フイルム株式 神奈川県南足柄市中沼210番地
会社

⑳代 理 人 弁理士 柳田 征史 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

走査型顕微鏡

2. 特許請求の範囲

光源から発せられた照明光を試料上に照射する送光光学系、および試料からの光を結像させる受光光学系を移動台に搭載し、

前記光源を移動台外に配して、そこから発せられた照明光を光ファイバーにより前記送光光学系へ導くようにし、

前記移動台を、試料が載置される試料台に対して相対的に移動させることにより、前記照明光を試料上において走査させる走査型顕微鏡において、

前記光ファイバーから出射した照明光の光量を検出する光量検出手段と、

前記試料よりも光源側で照明光を変調する光変調手段と、

この光変調手段を、前記光量検出手段の検出光量の変化を解消する方向に駆動する駆動制御手段とが設けられたことを特徴とする走査型顕微鏡。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は走査型顕微鏡、特に詳細には、送光光学系と受光光学系とを試料台に対して相対移動させることにより、照明光の走査を行なうようにした走査型顕微鏡に関するものである。

(従来の技術)

従来より、照明光を微小な光点に収束させ、この光点を試料上において2次的に走査させ、その際該試料を通過した光あるいはそこで反射した光、さらには試料から生じた蛍光を光検出器で検出して、試料の拡大像を担持する電気信号を得るようにした光学式走査型顕微鏡が公知となっている。なお特開昭62-217218号公報には、この走査型顕微鏡の一例が示されている。

従来の光学式走査型顕微鏡においては、上記走査機構として、照明光ビームを光偏向器によって2次的に偏向させる機構が多く用いられていた。

しかしこの機構においては、ガルバノメータミラーやAOD(音響光学光偏向器)等の高価な光

偏向器が必要であるという難点がある。またこの機構においては、照明光ビームを光偏向器で振るようになっているから、送光光学系の対物レンズにはこの光ビームが刻々異なる角度で入射することになり、それによる収差を補正するために対物レンズの設計が困難になるという問題も認められている。特にAODを使用した場合には、対物レンズ以外にもAODから射出した光束に非点収差が生ずるため特殊な補正レンズが必要となり、光学系をより複雑なものとしている。

そこで、本出願人による特願平1-246946号明細書に示されるように、送光光学系と受光光学系とを共通の移動台に搭載し、この移動台を試料台に対して移動させることにより、照明光光点の走査を行なうことが考えられる。

またそうする場合、光源を移動台外に配して、そこから発せられた照明光を光ファイバーにより送光光学系へ導くことが考えられる。このようにして光源を移動台の外に配置すれば、移動台がより軽量化されるので、高速走査を実現する上で有

光源を移動台外に配して、そこから発せられた照明光を光ファイバーにより上記送光光学系へ導くようにし、そして、

上記移動台を、試料台に対して相対的に移動させることにより、照明光を試料上において走査させる走査型顕微鏡において、

上記光ファイバーから射出した照明光の光量を検出する光量検出手段と、

試料よりも光源側で照明光を変調する光変調手段と、

この光変調手段を、上記光量検出手段の検出光量の変化を解消する方向に駆動する駆動制御手段とを設けたことを特徴とするものである。

(作用および発明の効果)

上述の構成においては、光ファイバーが曲がりたり、あるいはファイバーカップリング部での振動や光軸ずれ等によって照明光光量に変動しても、その変動は、照明光が試料に入射する前の位置で補正されるようになる。したがって本装置においては、試料を常に一定光量の照明光で照射できる

利となる。

(発明が解決しようとする課題)

ところが、上述のような光ファイバーを用いた場合には、移動台の往復移動にともなって該光ファイバーが曲がるので、照明光の光量に変動してしまうことがある。また、ファイバーカップリング部での振動や、温度変化等に起因する光軸ずれ等による光量変動も認められることがある。こうして照明光光量に変動すると、撮像される顕微鏡像にムラが生じてしまう。

本発明は上記のような事情に鑑みてなされたものであり、光源と送光光学系とを結ぶ光ファイバーに曲がりが生じて、ムラの無い高画質の試料像を撮像することができる走査型顕微鏡を提供することを目的とするものである。

(課題を解決するための手段)

本発明による走査型顕微鏡は、先に述べたように照明光を試料上に照射する送光光学系、および試料からの光を結像させる受光光学系を移動台に搭載するとともに、

ようになり、上記光量変動の影響を受けずに、濃度ムラの無い高画質の試料像を撮像可能となる。

(実施例)

以下、図面に示す実施例に基づいて本発明を詳細に説明する。

図は、本発明の一実施例による透過型の共焦点走査型顕微鏡を示すものである。図示されるように単色光レーザ10からは、照明光としてのレーザビーム11が射出される。直線偏光したこの照明光11はコリメーターレンズ12で平行光化された後、偏波面調整用の $\lambda/2$ 板9に通され、収束レンズ13で集光されて偏波面保存光ファイバー14内に入射せしめられる。

この光ファイバー14の一端は、移動台15に固定されており、該光ファイバー14内を伝搬した照明光11はこの一端から射出する。この際光ファイバー14の一端は、点光源状に照明光11を発することになる。移動台15には、コリメーターレンズ16および対物レンズ(コンデンサーレンズ)17からなる送光光学系18が保持されている。そしてこれら

両レンズ16、17の間には、 $\lambda/4$ 板1と、ハーフミラー2と、AOM(音響光学光変調器)4とが配されている。

また移動台15には、対物レンズ19および集光レンズ20からなる受光光学系21が保持されている。これら両レンズ19、20の間には、 $\lambda/4$ 板24が配されている。上記2つの光学系18、21は、互いに光軸を一致させて固定されている。また両光学系18、21の間には、移動台15と別体とされた試料台22が配されている。

上記の照明光11はコリメーターレンズ16によって平行光とされ、 $\lambda/4$ 板1によって円偏光とされてからその一部がハーフミラー2を透過し、残余がそこで反射する。ハーフミラー2を透過した照明光11はAOM4に入射し、そこを0次光として透過した照明光11は次に対物レンズ17によって集光され、試料台22に載置された試料23上で(表面あるいは内部で)微小な光点Pに収束する。

試料23を透過した透過光11'の光束は、受光光学系21の対物レンズ19によって平行光とされ、 λ

$/4$ 板24を透過し、次に集光レンズ20によって集光されて、点像Qに結像する。この結像位置において移動台15にはピンホール板26が固定されており、このピンホール板26を通過した透過光11'が検光子25を介して、例えば光電子増倍管等の光検出器27によって検出される。この光検出器27からは、試料23の明るさを示す信号Sが出力される。

本実施例では光検出器27が架台32に固定されており、後述のように、照明光11の主走査のために移動台15は架台32に対して相対移動するので、光検出器27としてはある程度広い受光面を有するものが用いられる。なお、この光検出器27は、受光光学系21とともに移動台15に固定されても構わない。

また、上記のように透過光11'をピンホール板26を介して検出することにより、そのハローや、試料23で散乱した光等の不要光をカットすることができる。さらに本実施例では、照明光11を $\lambda/4$ 板1により円偏光とした状態で試料23に入射させ、透過光11'を $\lambda/4$ 板24で直線偏光に戻し、

検光子25を通してこの所定の向きに直線偏光した透過光11'のみを検出するようにしているから、試料23周りの不要光を光検出器27が検出してしまいうことがより確実に防止される。

次に、照明光光点Pの2次元走査について説明する。上記移動台15と架台32との間には、積層ピエゾ素子33が介装されている。この積層ピエゾ素子33はピエゾ素子駆動回路34から駆動電力を受けて駆動し、移動台15を矢印X方向に高速で往復移動させる。この往復移動の振動数は、例えば10kHzとされる。その場合、主走査幅を100 μ mとすると、主走査速度は、

$$10 \times 10^3 \times 100 \times 10^{-6} \times 2 = 2 \text{ m/s}$$

となる。なお、光ファイバー14は可撓性を有するので、照明光11を伝搬させつつ、移動台15の振動を許容する。

一方試料台22と架台32との間には、積層ピエゾ素子47、49が介装されている。積層ピエゾ素子47はピエゾ素子駆動回路48から駆動電力を受けて駆動し、試料台22をY方向(図の紙面に垂直な方向)

に高速で往復移動させる。それにより試料台22は移動台15に対して相対移動され、前記光点Pが試料23上を、主走査方向Xと直交するY方向に副走査する。なおこの副走査の所要時間は例えば1/20秒とされ、その場合、副走査幅を100 μ mとすると、副走査速度は、

$$20 \times 100 \times 10^{-6} = 0.002 \text{ m/s} \\ = 2 \text{ mm/s}$$

と、前記主走査速度よりも十分に低くなる。この程度の副走査速度であれば、試料台22を移動させても、試料23が飛んでしまうことを防止できる。

以上のようにして光点Pが試料23上を2次元的に走査することにより、該試料23の2次元拡大像を担持する連続的な信号Sが得られる。この信号Sは、例えば所定周期毎にサンプリングする等により、画素分割された信号とされる。

また、上端に上記副走査用積層ピエゾ素子47を固定し、下端が粗動ステージ51を介して架台32に取り付けられた積層ピエゾ素子49は、ピエゾ素子駆動回路50から駆動電力を受けて駆動し、試料台

22を保持した積層ビエソ素子47を、主、副走査方向X、Yと直交する矢印Z方向、(光学系18、21の光軸方向)に移動させる。こうして試料台22をZ方向に所定距離移動させる毎に照明光光点Pの2次元走査を行なえば、合焦点面の情報のみが光検出器27によって検出される。そこで、この光検出器27の出力Sをフレームメモリに取り込むことにより、試料23をZ方向に移動させた範囲内で、全ての面に焦点が合った画像を担う信号を得ることが可能となる。

なおビエソ素子駆動回路34、48および50には、制御回路35から同期信号が入力され、それにより、光点Pの主、副走査および試料台22の光軸方向移動の同期が取られる。

また粗動ステージ51は手動で、あるいは駆動手段を用いてY方向に移動可能であり、こうして試料台22を動かすことにより、試料23の交換を容易に行なうことができる。

上述のようにして光点Pの主走査のために移動台15が往復移動される際、光ファイバー14が曲が

るため、そこから出射する照明光11の光量が変動しやすい。本実施例では光ファイバー14として偏波面保存光ファイバーを用いているので、この光量変動は比較的起こり難いが、それでも光量変動を完全に無くすことは難しい。以下、この光量変動を補正する点について説明する。

ハーフミラー2で反射した照明光11の一部は、モニタ光11Mとして集光レンズ3に入射して集光され、光検出器5によって検出される。この光検出器5は例えばフォトダイオード等の小型軽量のものが用いられ、移動台15に固定されている。

光検出器5が検出した光量を示す光量信号S1は、光量制御回路6に入力される。この光量制御回路6は、所定光量を示す基準信号と上記信号S1とを比較し、それらの偏差を解消する方向にAOM4の駆動を制御する駆動制御信号S2を出力する。この駆動制御信号S2はAOM駆動回路7に入力され、該駆動制御回路7はこの信号S2に基づいてAOM4の駆動を制御する。すなわち、検出光量が上記所定光量を上回る場合は0次光の

光量を低下させるように、反対に検出光量が上記所定光量を下回る場合は、0次光の光量を増大させるように、AOM4の駆動が制御される。

以上のようにすることにより、光ファイバー14の曲がりや、その他前述したような原因による光量変動を補正して、試料23に入射する照明光11の光量を一定に保つことができる。したがって、上記のような光量変動の影響を受けないで、濃度ムラの無い高画質の顕微鏡像を撮像可能となる。

なお、試料台22を移動させることによって光点Pの副走査を行なう代わりに、移動台15を移動させることによって光点Pの副走査を行なうようにしてもよい。また移動台15や試料台22の移動は、積層ビエソ素子を利用して行なう他、例えば音叉、ボイスコイルあるいは超音波による固体の固有振動を利用した走査方式等を用いて行なうことも可能である。

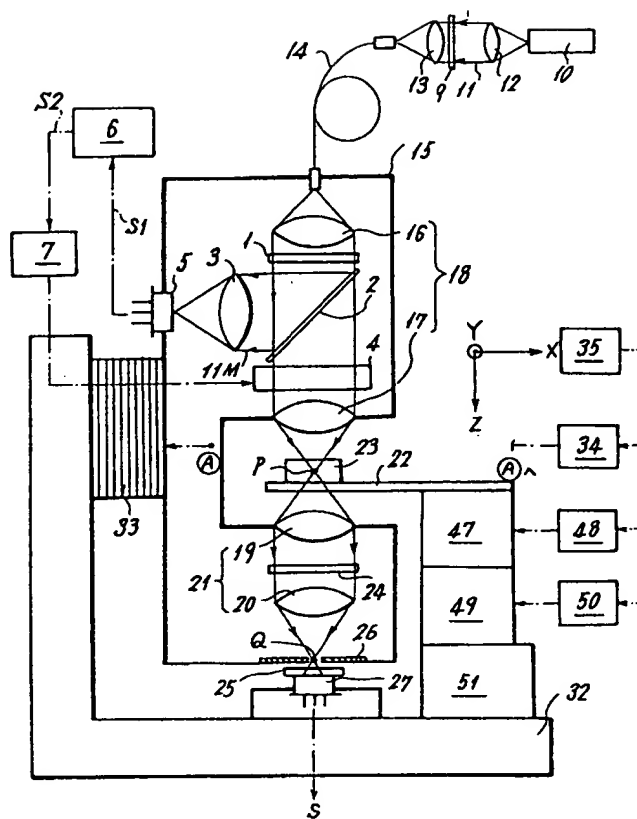
また、以上、透過型のモノクロ共焦点走査型顕微鏡に適用された実施例について説明したが、本発明は反射型の共焦点走査型顕微鏡にも、さらに

は共焦点型以外の走査型顕微鏡にも、そしてカラー画像を撮像する走査型顕微鏡にも適用可能である。

4. 図面の簡単な説明

図は、本発明の一実施例による走査型顕微鏡を示す概略側面図である。

- | | |
|--------------------|--------------|
| 2…ハーフミラー | 3、20…集光レンズ |
| 4…AOM | 5、27…光検出器 |
| 6…光量制御回路 | 7…AOM駆動回路 |
| 10…単色光レーザ | 11…照明光 |
| 11'…透過光 | 11M…モニタ光 |
| 12…コリメーターレンズ | 13…収束レンズ |
| 14…偏波面保存光ファイバー | |
| 15…移動台 | 16…コリメーターレンズ |
| 17、19…対物レンズ | 18…送光光学系 |
| 21…受光光学系 | 22…試料台 |
| 23…試料 | 32…架台 |
| 33、47、49…積層ビエソ素子 | |
| 34、48、50…ビエソ素子駆動回路 | |
| 55…制御回路 | |



-34-

